

**Heating method for induction air, especially for diesel engines, involves selecting pre-heating heater period depending on cooling water temp. induced, unheated air temp.**

**Patent number:** DE19854077

**Publication date:** 2000-05-31

**Inventor:** JOPPIG PETER (DE); SCHMID FRIEDRICH (DE); SCHMID WOLFRAM (DE)

**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)

**Classification:**

- **International:** F02M31/13; F02N17/047; F02M31/02; F02N17/00;  
(IPC1-7): F02N17/04; F02M31/13

- **European:** F02M31/13; F02N17/047

**Application number:** DE19981054077 19981124

**Priority number(s):** DE19981054077 19981124

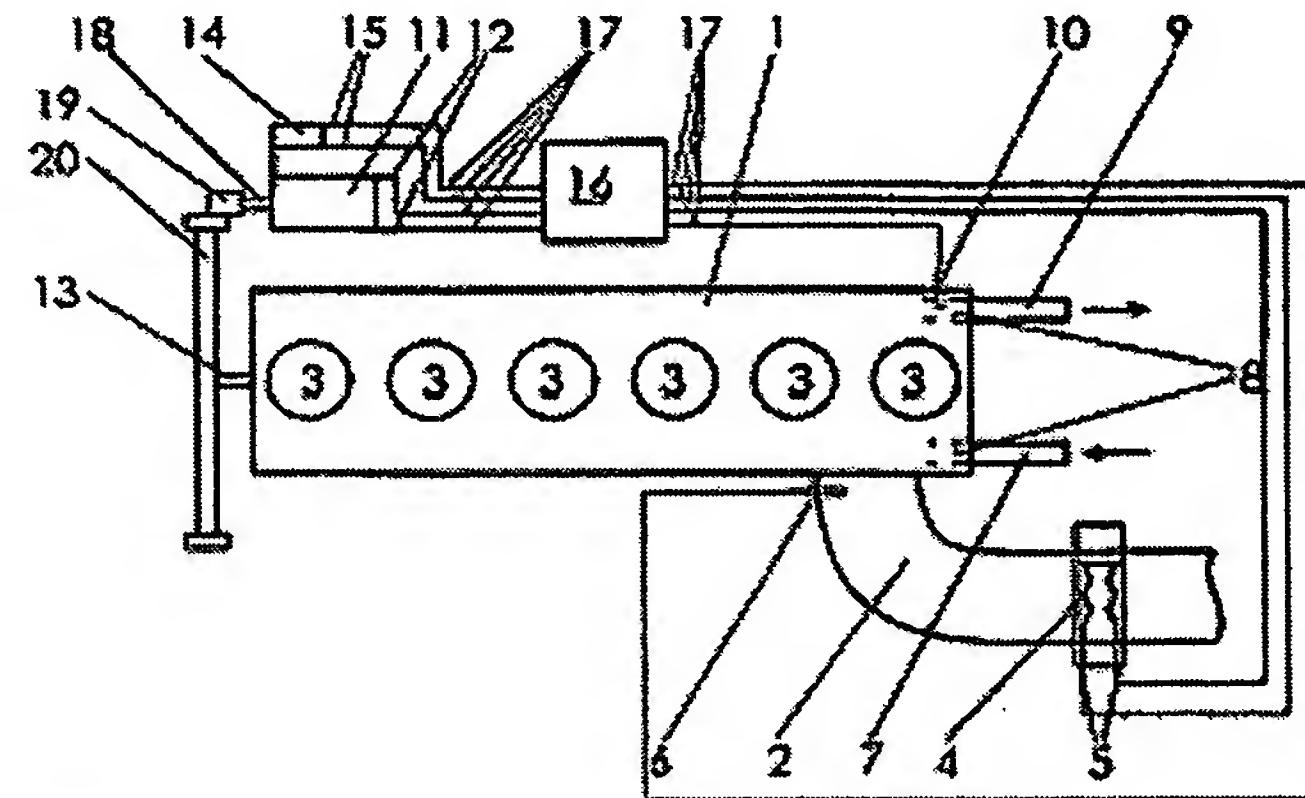
**Also published as:**

 US6138645 (A1)

**Report a data error here**

#### Abstract of DE19854077

The method involves defining a pre-heating and a post-heating time for the induction air using at least one electric heating element (4) before the air inlet into the engine (1). The pre-heating time for the heating element is selected depending on the temp. of the cooling water in the engine and the temp. of the induced, unheated air. The post-heating period is selected independently of the pre-heating time and depending on the cooling water temp.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide





⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 54 077 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
**F 02 N 17/04**  
F 02 M 31/13

⑯ Aktenzeichen: 198 54 077.9  
⑯ Anmeldetag: 24. 11. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 31. 5. 2000

DE 198 54 077 A 1

⑯ Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:  
Joppig, Peter, Dipl.-Ing., 71404 Korb, DE; Schmid, Friedrich, Dipl.-Ing., 71404 Korb, DE; Schmid, Wolfram, Dipl.-Ing., 72622 Nürtingen, DE

⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 196 16 651 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft

⑯ Bei einem Verfahren wird die Ansaugluft, insbesondere für eine sich in der Start- und/oder Warmlaufphase befindliche Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselbrennkraftmaschine, welche wenigstens ein vor dem Lufteintritt in die Brennkraftmaschine angeordnetes, elektrisch beheizbares Heizelement aufweist, durch das eine Vorglühzeit und eine Nachglühzeit für die Ansaugluft festgelegt wird, angewärmt. Die Vorglühzeit des Heizelementes wird dabei in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlwassers der Brennkraftmaschine und der Temperatur der von der Brennkraftmaschine angesaugten, unbeheizten Luft gewählt und die Nachglühzeit des Heizelementes wird unabhängig von der Vorglühzeit in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur gewählt.

DE 198 54 077 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft, insbesondere für eine sich in der Start- und Warmlaufphase befindliche Brennkraftmaschine nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Die Anwärmung der Ansaugluft bei Brennkraftmaschinen, insbesondere bei sich in der Start- und Warmlaufphase befindlichen Dieselbrennkraftmaschinen, ist aus mehreren Gründen erforderlich. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen und folglich niedrigen Ansauglufttemperaturen kommt es insbesondere bei Dieselmotoren zu einer unzureichenden Kompressionsendtemperatur und damit zu einem ansteigenden Zündverzug, d. h. die Zeit vom Eintreten des Kraftstoffes in den Brennraum bis zur Zündung desselben wird zu lang. Des weiteren treten bei niedrigen Ansaugtemperaturen örtliche Überfettung, unvollständige Verbrennung und hohe Druckgradienten in Folge einer schlagartigen Gemischumsetzung im Zylinder auf. Die Folge sind eine stark erhöhte Kohlenwasserstoff-Emission im Abgas und das Nageln des Dieselmotors sowie die daraus resultierenden Nachteile wie eine starke Umweltbelastung und eine erhöhte Belastung der Triebwerksteile.

Aus dem allgemeinen Stand der Technik ist ein Verfahren zur Vorwärmung der Ansaugluft bekannt, bei welchem elektrisch beheizbare Heizelemente eingesetzt werden und die Vorglühzeit und Nachglühzeit derselben durch ein zeitgesteuertes Relais auf nur je einen Wert für die Vorglühzeit und die Nachglühzeit festgelegt ist. Unter der Vorglühzeit ist der Zeitraum zu verstehen, in welchem das Heizelement beheizt ist und Wärme an die Ansaugluft abgibt, bevor der Anlasser die Kurbelwelle in bekannter Art und Weise in Bewegung setzt. Die Nachglühzeit ist der Zeitraum, in welchem das beheizte Heizelement Wärme an die Ansaugluft abgibt, nachdem der Anlasser begonnen hat die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine durchzudrehen. Während der Vorglühzeit bzw. der Nachglühzeit erwärmt sich die aus der Umgebung bzw. aus einem Ladeluftkühler kommende kalte Ansaugluft durch das Vorbeiströmen an einem Heizdraht des Heizelementes.

Eine optimale Anpassung der Vorglühzeit und der Nachglühzeit des Heizelementes an die Umgebungstemperatur bzw. Ansauglufttemperatur ist nicht möglich. So kann einerseits die Vorglühzeit und die Nachglühzeit zu lang sein, womit praktisch mehr elektrische Energie verbraucht wird als eigentlich notwendig ist und damit zu einer unnötigen Schwächung der Leistungsfähigkeit der Starterbatterie führt. Andererseits kann die Vorglühzeit und die Nachglühzeit der Heizelemente aufgrund extrem niedriger Lufttemperaturen zu kurz sein, was wiederum zu den bereits oben genannten Folgen wie Zündverzug und Steigerung der HC-Emission im Abgas führt oder dazu, daß ein Anspringen des Motors überhaupt nicht möglich ist. Sollen die Vorglühzeit und die Nachglühzeit des Heizelementes an die gegebenen Randbedingungen angepaßt werden, ist eine zusätzliche Steuer- bzw. Regeleinheit erforderlich.

Aus der MTZ (Motortechnische Zeitschrift 58, 1997; Ausgabe 4) ist ein Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft bekannt, bei welchem ein Heizelement mit einem selbstregelnden Reizdraht eingesetzt wird. Durch die Verwendung eines selbstregelnden Heizelementes soll die Anwärmung der Ansaugluft optimal an die gegebenen Lufttemperaturen angepaßt werden.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß zu dessen Realisierung ein in seinem Aufbau komplizierter und damit teurer Heizflansch erforderlich ist. Weiter ist dieses Verfahren nicht auf sich bereits in Benutzung befindlichen Dieselbrennkraftmaschinen oder auf Brennkraftmaschinen die mit

relativ häufig wechselnden Kraftstoffen mit stark unterschiedlichem Zünd- bzw. Verbrennungsverhalten betrieben werden, ausdehnbar, ohne daß dazu ein erheblicher Umrüstungsaufwand notwendig ist. Außerdem ist es dem bei diesem Verfahren eingesetzten Heizelement nicht möglich, auf andere Randbedingungen als die Ansauglufttemperatur zu reagieren.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft zu schaffen, bei welchem die Vorglühzeiten und die Nachglühzeiten genau an die relevanten Temperaturparameter und Randbedingungen angepaßt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft ist es möglich, mit den z. B. ohnehin an einer elektronisch geregelten Dieselbrennkraftmaschine mit elektrisch beheizbarer Luftvorwärmung vorhandenen Komponenten die Vorglühzeit und die Nachglühzeit des elektrisch beheizbaren Heizelementes optimal an die gegebene Umgebungstemperatur und damit an die Ansauglufttemperatur anzupassen. Weiter können die Vorglühzeit und die Nachglühzeit auch an Kraftstoffe, die bei tiefen Temperaturen ein etwas verändertes Zünd- und Verbrennungsverhalten aufweisen, individuell angepaßt werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft ist somit kein separates Steuer- bzw. Regelgerät erforderlich. Weiter können die in ihrem Aufbau sehr einfachen, bisher verwendeten Heizelemente nach wie vor benutzt werden. Dadurch ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft auch bei älteren, sich bereits in Benutzung befindlichen elektronisch geregelten Dieselbrennkraftmaschinen mit sehr geringem Umrüstungsaufwand anwendbar, da hierbei nur eine mit relativ wenig Aufwand verbundene Softwareanpassung des in einer Motorelektronikeinheit gespeicherten Datensatzes notwendig ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und dem nachfolgend anhand der Zeichnungen prinzipiell dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Dieselbrennkraftmaschine mit daran angeschlossenen Peripheriekomponenten; und

Fig. 2 ein zeitliches Ablaufdiagramm für zwei Startvarianten mit den Betriebszuständen des Heizelementes und des Motors.

In Fig. 1 ist schematisch eine Brennkraftmaschine 1 dargestellt. An der Brennkraftmaschine 1 ist ein Luftansaugrohr 2 befestigt, welches die zur Verbrennung erforderliche Luft direkt von der Umgebung oder aus einem Ladeluftkühler (nicht dargestellt) den sechs Zylindern 3 der Brennkraftmaschine 1 zuführt. Im Innern des Luftansaugrohres 2 ist ein Heizelement 4 mit zwei elektrischen Anschlüssen 5 angeordnet. Über die beiden elektrischen Anschlüsse 5 wird das Heizelement 4 mit elektrischem Strom versorgt. Das Heizelement 4 arbeitet nach dem Prinzip eines elektrischen Widerstand-Heizdrähtes. Im Innern des Luftansaugrohres 2 ist in Strömungsrichtung hinter dem Heizelement ein Temperatursensor 6 angeordnet. Der Temperatursensor 6 mißt die Temperatur der Verbrennungsluft direkt vor dem Eintritt in die Zylinder 3 der Brennkraftmaschine 1.

Weiter sind in Fig. 1 zwei Kühlwasseranschlüsse der Brennkraftmaschine 1 zu sehen. Ein Kühlwassereintrittsanschluß 7, bei welchem abgekühltes Kühlwasser in einen, durch eine gestrichelte Linie angedeuteten, internen Kühlkreislauf 8 der Brennkraftmaschine 1 einströmt, und ein Kühlwasseraustrittsanschluß 9, durch welchen das erwärmte

Kühlwasser in einen nicht dargestellten Kühler zurückströmt. Ein in Strömungsrichtung (durch Pfeile angedeutet), am Ende des internen Kühlkreislaufes 8 der Brennkraftmaschine 1, im Bereich des Kühlwasseraustrittsanschlusses 9 angeordneter, weiterer Temperatursensor 10 registriert die Temperatur des Kühlwassers.

Des weiteren ist in Fig. 1 ein elektrisch antreibbarer Anlasser 11 mit zwei elektrischen Anschlüssen 12 dargestellt, welcher in der Startphase der Brennkraftmaschine 1 eine Kurbelwelle 13 derselben in bekannter Art und Weise antreibt. Am Anlasser 11 selbst ist eine Einrückeinrichtung 14 angeordnet, die ebenfalls zwei elektrische Anschlüsse 15 aufweist.

Die Temperatursensoren 6, 10 für Ansaugluft und Kühlwasser, das Reizelement 4, der Anlasser 11 und die Einrückeinrichtung 14 stehen alle mit einer bei elektronisch geregelten bzw. gesteuerten Dieselbrennkraftmaschinen 1 stets vorhandenen Motorelektronikeinheit 16 über entsprechende Leitungen 17 in elektrischer Verbindung. In der Motorelektronikeinheit 16 sind sämtliche zum Betrieb bzw. zur Steuerung der Brennkraftmaschine 1 und deren Peripheriekomponenten erforderlichen Daten, in Abhängigkeit von entsprechenden Randbedingungen, in Datensätzen gespeichert. Die Motorelektronikeinheit 16 steuert bzw. regelt das gesamte erfundungsgemäße Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft durch die daran beteiligten Komponenten durch die entsprechende Ansteuerung derselben. Eine Vorglühzeit und eine Nachglühzeit des Heizelementes 4, das zur Anwärmung der Ansaugluft dient, sind somit ebenfalls durch eine einfache Softwareanpassung in der Motorelektronikeinheit 16 individuell festlegbar. Die Vorglühzeit und die Nachglühzeit werden dabei in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur des internen Kühlkreislaufes 8 der Brennkraftmaschine 1 und der Ansauglufttemperatur im Luftansaugrohr 2 gewählt, bzw. sind eine Funktion derselben. Die Werte für die Vorglühzeit und die Nachglühzeit sind als entsprechendes Kennfeld in Abhängigkeit von Kühlwassertemperatur und Ansauglufttemperatur anwendungsfallspezifisch in der Motorelektronikeinheit 16 festzulegen.

Das erfundungsgemäße Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft läuft in nachfolgend beschriebener Reihenfolge ab. Bei Betätigung des Startschalters (nicht dargestellt) wird die Motorelektronikeinheit 16 sowie das elektrische Netz und die daran angeschlossenen Bauteile in eine Art Standby-Zustand versetzt. Die Temperatur des Kühlwassers im internen Kühlkreislauf 8 der Brennkraftmaschine 1 und die Temperatur der Ansaugluft im Luftansaugrohr 2 werden über die Temperatursensoren 6, 10 ermittelt und deren Werte in die Motorelektronikeinheit 16 eingelesen. Durch den in der Motorelektronikeinheit 16 festgelegten Datensatz wird nun die Vorglühzeit und die Nachglühzeit des Heizelementes 4 unabhängig voneinander bestimmt. Die Motorelektronikeinheit 16 gibt ein Signal aus, durch welches das Heizelement 4 eingeschaltet und mit elektrischer Energie versorgt wird.

Nach Ablauf der Vorglühzeit wird der Anlasser 11 über die Einrückeinrichtung 14 in bekannter Art und Weise eingerückt. Nach Abschluß des Einrückvorganges wird der Anlasser 11 mit elektrischem Strom versorgt, wodurch sich eine Anlasserwelle 18 zu drehen beginnt und über ein auf der Anlasserwelle 18 angebrachtes Zahnritzel 19 und einem auf der Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine 1 angebrachten Zahnräder 20 die Kurbelwelle 13 bis zum Selbstlauf der Brennkraftmaschine 1 antreibt.

In der Phase, in welcher an den elektrischen Anschlüssen 12 des Anlassers 11 Spannung anliegt, wird die Stromversorgung des Heizelementes 4 unterbrochen, um eine zu starke Beanspruchung des elektrischen Netzes und einer

eventuell sehr klein dimensionierten Starterbatterie zu verhindern. Dies ist besonders vorteilhaft, da Starterbatterien insbesondere bei sehr kalten Umgebungstemperaturen eine ohnehin erheblich verminderte Leistungsfähigkeit aufweisen. Bei ausreichender Batteriekapazität kann auf eine Unterbrechung der Stromversorgung des Reizelementes 4 verzichtet werden. Dadurch wird dann eine noch bessere Anwärmung der Ansaugluft erreicht.

Sobald der Selbstlauf der Brennkraftmaschine 1 eingetreten ist, beginnt die Nachglühzeit des Heizelementes 4. Die Nachglühzeit ist bereits zu Beginn des Startvorganges über den in der Motorelektronikeinheit festgelegten Datensatz bestimmt worden. Das Nachglühen bewirkt eine gezielte Rundlaufunterstützung der noch kalten Brennkraftmaschine 1.

Bei Ausfall des Temperatursensors 10, welcher die Kühlwassertemperatur mißt, wird ersatzweise die Öltemperatur zur Bestimmung der Vorglühzeit und der Nachglühzeit herangezogen, die ebenfalls über einen im Ölkreislauf (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine 1 angeordneten Temperatursensor (nicht dargestellt) bestimmt wird. Bei Ausfall des Temperatursensors 6, welcher die Ansauglufttemperatur mißt, wird ersatzweise die Kühlwassertemperatur zur Bestimmung der Vorglühzeit und der Nachglühzeit herangezogen. Dadurch ist eine nahezu optimale Anpassung der Vorglühzeit und der Nachglühzeit des Heizelementes 4 an vorgegebene Randbedingungen auch bei Ausfall einer der beiden Temperatursensoren 6, 10 möglich.

In Fig. 2 ist ein zeitliches Ablaufdiagramm mit den Zuständen des Heizelementes 4, einmal mit einer Unterbrechung und einmal ohne eine Unterbrechung der Bestromung des Heizelementes 4 in der direkten Anlaufphase der Brennkraftmaschine 1 sowie der entsprechende Zustand der Brennkraftmaschine 1 dargestellt, wobei die y-Achse den jeweiligen Zustand des Heizelementes 4 bzw. der Brennkraftmaschine 1 und die x-Achse die Zeit wiedergibt.

Fig. 2a zeigt den Zustandsverlauf des Heizelementes 4 für den Fall, bei welchem die Bestromung des Heizelementes 4 während des eigentlichen Startvorganges unterbrochen wird. Der Zustand 0 entspricht dabei dem unbeheizten und I dem beheizten Zustand des Heizelementes 4.

Fig. 2b zeigt den Zustandsverlauf des Heizelementes 4 für den Fall, bei welchem die Stromversorgung des Heizelementes 4 erst nach Ablauf der Nachglühzeit abgebrochen wird.

In Fig. 2c ist der zu den beiden Zustandsverläufen des Heizelementes 4 äquivalente Zustandsgraph der Brennkraftmaschine 1 dargestellt. Hierbei entspricht 0 dem Stillstand der Brennkraftmaschine 1, der Zustand I der Phase des Startvorganges, bei welchem die Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine 1 von dem Anlasser 11 angetrieben wird. Der Zustand II ist der Betriebszustand in welchem die Brennkraftmaschine in den Selbstlauf übergegangen ist, das heißt daß ein Antrieb der Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine 1 durch den Anlasser 11 nicht mehr notwendig ist. Die in Fig. 2 in einem Ablaufdiagramm dargestellte Start- und Warmlaufphase der Brennkraftmaschine 1 läßt sich in fünf unterschiedliche zeitliche Ablaufstufen einteilen. In der Ruhephase R befindet sich das Heizelement 4 in unbeheiztem Zustand und die Brennkraftmaschine 1 steht still. In einer Phase V, welche mit dem Erhalt eines Startsignals beginnt, wird das Heizelement 4 mit Strom versorgt. Nach Ablauf dieses, von der Motorelektronikeinheit 16 in Abhängigkeit von der zu Beginn der Phase V durch die Temperatursensoren 6, 10 ermittelten Temperaturen der Ansaugluft und des Kühlwassers bestimmten Zeitraumes, wird wie in Fig. 2a dargestellt die Stromversorgung des Heizelementes 4 unterbrochen. Alternativ dazu kann aus den oben erläuterten

Gründen die Stromversorgung des Heizelementes 4 selbstverständlich aufrechterhalten werden. In beiden Fällen beginnt nach Ablauf des im Diagramm mit V bezeichneten Zeitraumes, der eigentliche Startvorgang S der Brennkraftmaschine 1 mit dem Einrücken des Zahnritzels 19 des Anlassers 11 in das an der Kurbelwelle 13 der Brennkraftmaschine 1 angebrachte Zahnrad 20. In dem Moment, in welchem die Brennkraftmaschine 1 ohne Unterstützung des Anlassers 11 läuft, beginnt die im Diagramm mit N bezeichnete Nachglühphase. Der Zeitraum dieser Phase wurde bereits zu Beginn des im Diagramm mit V bezeichneten Abschnittes durch die Motorelektronikeinheit in Abhängigkeit von der über die beiden Temperatursensoren 6, 10 ermittelten Temperaturen des Kühlwassers und der Ansaugluft festgelegt.

5

10

15

zeit ersatzweise die Kühlwassertemperatur verwendet wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft, insbesondere für eine sich in der Start- und/oder Warmlaufphase befindliche Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselbrennkraftmaschine, durch wenigstens ein vor dem Lufteintritt in die Brennkraftmaschine angeordnetes, elektrisch beheizbares Heizelement, durch das eine Vorglühzeit und eine Nachglühzeit für die Ansaugluft festgelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorglühzeit des Heizelementes (4) in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlwassers der Brennkraftmaschine (1) und der Temperatur der von der Brennkraftmaschine (1) angesaugten, unbeheizten Luft gewählt wird, und daß die Nachglühzeit des Heizelementes (4) unabhängig von der Vorglühzeit in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur gewählt wird. 20
2. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorglühzeit und die Nachglühzeit des elektrisch beheizbaren Heizelementes (4) in einer Motorsteuerelektronikeinheit (16) der Brennkraftmaschine (1) für verschiedene Kühlwassertemperaturen und Ansauglufttemperaturen individuell festgelegt werden. 30
3. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur der Ansaugluft durch wenigstens einen Temperatursensor (6), der sich im Luftansaugrohr (2) zwischen dem Heizelement (4) und der Brennkraftmaschine (1) befindet, ermittelt wird. 40
4. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Kühlwassers durch wenigstens einen Temperatursensor (10), der sich in Strömungsrichtung gesehen am Ende des internen Kühlkreislaufes (8) im Bereich des Kühlwasseraustrittsanschlusses (9) befindet, ermittelt wird. 50
5. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Stromversorgung des Heizelementes (4) während des Anspringens der Brennkraftmaschine (1) unterbrochen wird. 55
6. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausfall eines für die Ermittlung der Kühlwassertemperatur vorgesehenen Temperatursensors (10) zur Bestimmung der Vorglühzeit und/oder der Nachglühzeit ersatzweise die Öltemperatur verwendet wird. 60
7. Verfahren zur Anwärmung der Ansaugluft nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausfall eines für die Ermittlung der angesaugten, unbeheizten Luft vorgesehenen Temperatursensors (6) zur Bestimmung der Vorglühzeit und der Nachglüh-

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

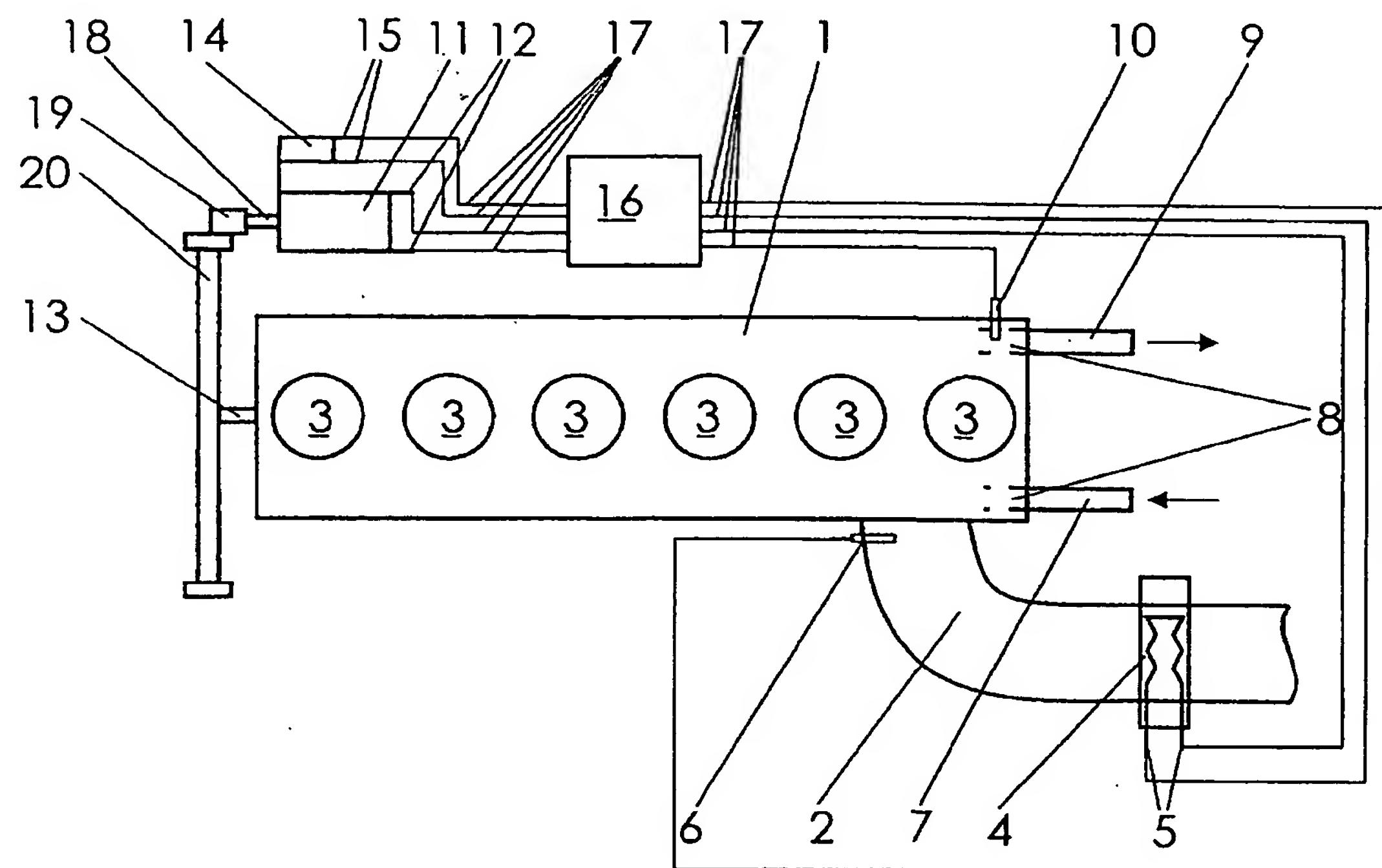


Fig. 1

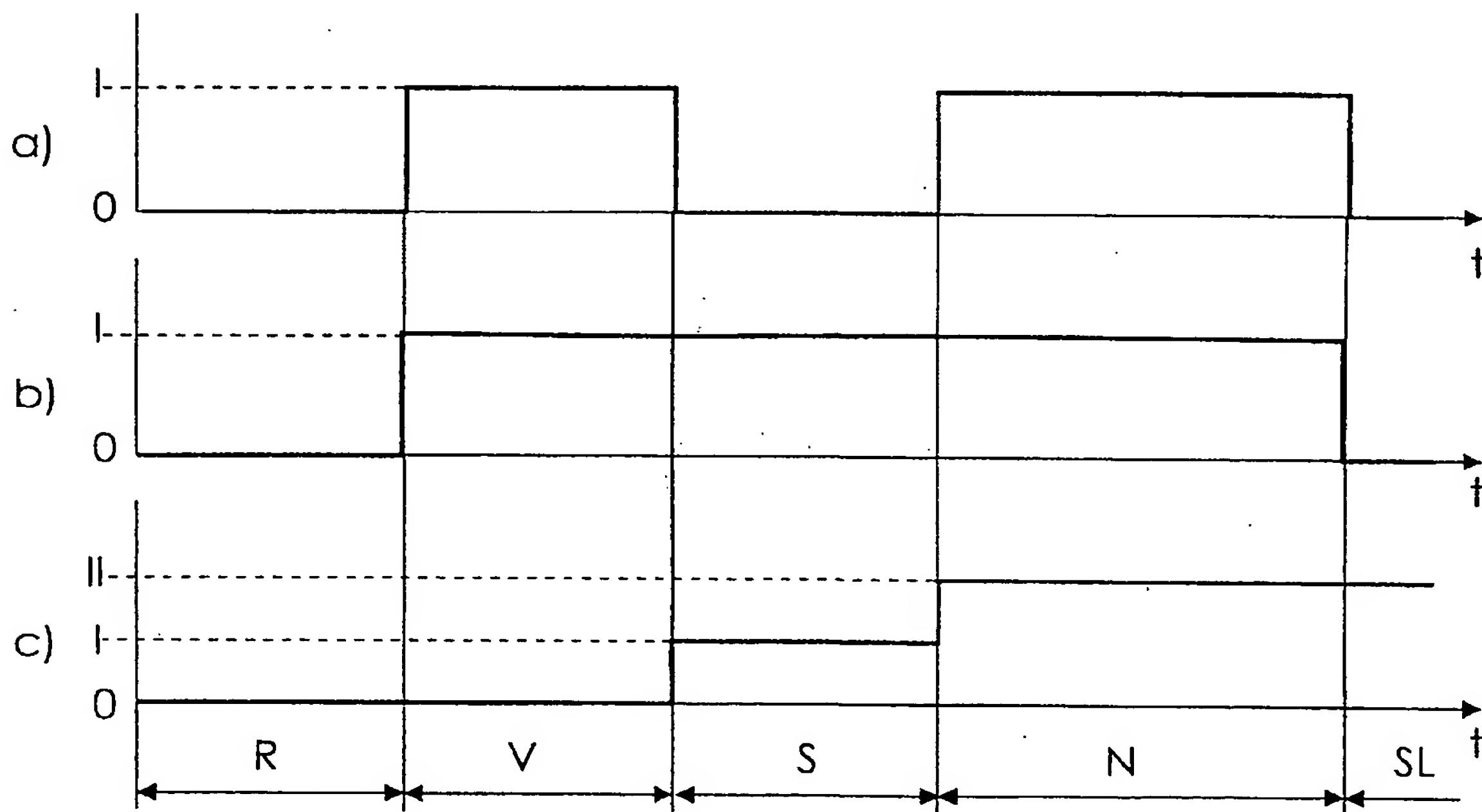


Fig. 2